جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و یکم، پاییز ۱۳۹۸

صص ۱۱۰– ۹۷

DOI: https://doi.org/10.22067/geo.v8i3.82765

شناسایی منابع تأمین کننده گردوغبار غرب خوزستان با استفاده از الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار

نعمت مال امیری- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی،دانشگاه فردوسی مشهد،مشهد،ایران.

علیرضا راشکی[1]- دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

سیدرضا حسین زاده - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد،مشهد،ایران.

مهناز جهادی طرقی- استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۹/۱۷

چکیده

گردوغبار را می‌توان یک پدیده طبیعی در نظر گرفت که در کشـور ایران و به‌ویژه در استان خوزستان بروز آن در چند دهه اخیر دارای توالی بیشـتری بوده اسـت. بدین منظور در این پژوهش، شـناسایی منابع تأمین کننده گردوغبارهای غرب خوزسـتان هدف‌گذاری گردید. بر این اسـاس از تصـاویر ماهواره‌ای مودیس سـنجده ترا برای استخراج شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI) در سه گردوغبار متوالی در زمسـتان ۱۳۹٦ و بهار ۱۳۹۷ (۲۰۱۸) بهره برده شـد. نتایج شـاخص بکار رفته روشن ساخت که مناطق مختلفی در داخل و خارج کشـور تأمین کننده ذرات گردوغبار در غرب اسـتان خوزسـتان می‌باشند. بر این اساس در اولین گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ مشاهده شد که چشمه اصلی گردوغبار در نواحی خشک و بیابانی غربی اسـتان در محدوده غرب شـهرسـتان شـوش و بسـتر خشـک شده تالاب هورالعظیم در استان خوزسـتان می‌باشـد. در گردوغبار متوالی بعدی (۲۰۱۸/۲/۲۰) فرسایش در بستر تالاب هورالعظیم و مناطق بیابانی در شـمال سـوسـنگرد را می‌توان منبع اصلی ذرات گردوغبار قلمداد کرد. همچنین می‌توان مشاهده کرد که نواحی پراکنده در کشور عراق محدوده شهر بصره نیز در این گردوغبار مؤثر می‌باشند. در گردوغبار سـوم در تاریخ ۲۰۱۸/٤/۲۳ بر اسـاس شـاخص BADI دارای چندین هسـته تراکمی می‌باشد و از نواحی بیابانی در کشور عربستان شروع و تا کشور کویت و نواحی جنوب غربی ایران و شرق عراق امتداد می‌یابد. همچنین در این پژوهش در محدوده‌های فضـایی استخراج شده، نقاط برداشت ذرات گردوغبار به صورت دقیق‌تر با اسـتفاده از تصـاویر ماهواره‌ای Meteosat8 و سنتینل ۳ تعیین شد که بارزترین منابع داخلی در

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۵٥٤۲٥٦۱۹ Email: a.rashki@um.ac.ir

منطقه جفیر و تالاب هورالعظیم و نواحی خشـک و بیابانی شـهرسـتان شـوش در قسـمت غربی اسـتان خوزسـتان می‌باشـند. همچنین در مورد منابع خارجی بیابان‌های کشـور عربسـتان در مناطق غرب ریاض و شـرق مدینه (الذکری، الرقایع و البجادیه) و مناطقی بین کربلا و نف در کشـور عراق در شـکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند.

کلیدواژه‌ها: گردوغبار، الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار، تصاویر ماهواره‌ای، خوزستان.

۱- مقدمه

گردوغبـارها یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در جهان محســوب می‌گردد که وقوع فراوان و پرتکرار این پدیده در مناطق مختلف کره زمین به‌ویژه در محیط‌های خشـک باعث بروز آسـیب‌ها و خسـارات متعددی به اکوسیستم‌های طبیعی و انســانی می‌شــود Blackwelder 1931, Pye 1987, Gill 1996, Goudie et al 2001, Washington et al 2006,) Reynolds et al 2007, Hahnenberger et al 2014, Sweeney et al 2011,Rashki et al 2012&2013, Bromandi et (al 2017. بر این اسـاس منابع گردوغبار را می‌توان محیط‌های رسـوبی خشـک و نیمه‌خشـک در نظر گرفت که رسـوبات آن‌ها به دلیل خشـکی محیطی و شـرایط مورفولوژیک و همچنین عدم پیوسـتگی رسـوبات، آستانه‌های فرسایشی نسبتاً پایینی در برابر مکانیسم‌های مختلف اقلیمی دارند.

در کشـور ایران بروز گردوغبـار در چند دهه اخیر در مناطق مختلف دارای توالی بیشـتری بوده اسـت ازجمله بارزترین این مناطق اسـتان خوزسـتان می‌باشـد که در سـال‌های اخیر این پدیده طبیعی را تبدیل به یک بحران محیطی نموده اسـت؛ بنابراین بر اسـاس بسـیاری از مطالعات صـورت گرفته (عزیزی و همکاران ۱۳۹۱، رضـازاده وهمکاران ۲۰۱۳، زراسـوندی ۲۰۱۱ و ۲۰۰۹، عطایی و همکاران ۱۳۸۹، خوش‌اخلاق و همکاران ۱۳۹۱، باعقیده و همکاران ۱۳۹۲، ذوالفقاری و همکاران ۱۳۸٤) وجود مناطق خشـک و بیابانی در همسـایه‌های غربی و جنوبی کشـور (مناطق خشـک عراق و عربسـتان) را دلیل اصـلی وقوع این پدیده در جنوب غرب ایران می‌دانند اما منابع داخلی گردوغبار در اسـتان خوزسـتان در بروز این پدیده را نیز باید مد نظر قرار داد. در اسـتان خوزسـتان به دلیل شـرایط طبیعی ازجمله خشـکسـالی های متوالی و کاهش منابع رطوبتی همچنین عوامل انسـانی مانند خشـک کردن پهنه‌های آبی و کاهش ورودی آب از بالادسـت رودخانه‌ها و بعلاوه طرح‌های عمرانی که مورفولوژی محلی را تغییر داده، پهنه‌های خشـک مسـتعد فرسـایش سـطحی را به وجود آورده اسـت. مبتنی بر این شـرایط، ضـروری اسـت تا طوفان‌های گردوغبار را به‌موقع و دقیق شناسایی شوند

تاکنون روش‌های گوناگونی با ابزار متنوع برای شـناسـایی منابع گردوغبار ارائه و ارزیابی شـده‌اند که ازجمله مهم‌ترین آن‌ها اسـتفاده از روش‌ها و تکنیک‌های سـنجش از دور می‌باشد (De Jong et al 2011، Hahnenberger et al 2015، Tollerud et al 2014). تصـاویر ماهواره‌ای با سـری زمانی‌های متعدد و قدرت تفکیک طیفی و مکانی مناسـب و پوشـش سـراسـری این امکان را می‌دهد که گردوغبارها را در سـطح وسیع‌تر و با دقت بیشتری مطالعه کرد

به‌ویژه اســتفاده از تصــاویر MODIS به دلیل قدرت تفکیک طیفی و زمانی بالا، به‌طور گسترده‌ای برای تشخیص طوفان گردوغبار مورد توجه قرار گرفته اســت. بر این اســاس، برای تشــخیص طوفان‌های گردوغبار، تعداد شــاخص‌های گردوغبار متعددی مبتنی بر تصــاویر MODIS توســعه یافته‌اند (Baddock et al2009, Qu et al 2006,) که ازجمله مؤثرترین آن‌ها اســتفاده از شــاخص بهبود یافته دمای روشــنایی گردوغبار (BADI) اســت. این شــاخص با اســتفاده از باندهای مختلف و تفکیک طیفی گردوغبار از پدیده‌های محیطی دیگر (ابر، و درخشــندگی ســطح زمین) می‌تواند به صــورت دقیق‌تری در تشــخیص منابع گردوغبار و به‌خصــوص مناطقی که بیشــترین میزان گردوغبار را دارند کمک نمایید. براین اســاس در این مطالعه با اســتفاده از شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار، سه گردوغبار متوالی در زمستان و بهار سال ۱۳۹٦، و ۱۳۹۷ استان خوزستان پایش و منابع آن‌ها تعیین گردیده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش شــامل اراضــی غرب اســتان خوزســتان به موقعیت ریاضــی "32°8'.62 تا "30°57'.26 عرض شــمالی و "47°43'.21 تا "48°32'.29 طول شــرقی را دربر می‌گیرد. از نظر تقســیمات ســیاسی این محدوده دارای دو شــهرســتان شــوش در شــمال محدوده، و دشــت آزادگان به مرکزیت شهر سوسنگرد در جنوب محدوده می‌باشــد که دارای مرز مشــترک با کشــور عراق هستند. رودخانه کرخه مهم‌ترین شریان آبی منطقه است که با عبور از دشــت‌ها و ســرزمین‌های پست منطقه به تالاب هورالعظیم منتهی می‌شود. تالاب هورالعظیم بزرگ‌ترین پهنه آبی این محدوده به مســاحت بیش از ۳۰۰ هزار هکتار را شــامل می‌شــود که یک ســوم آن در محدوده ســیاسی ایران و دو ســوم آن متعلق به کشــور عراق می‌باشــد. این تالاب در چندین ســال اخیر به دلایل طبیعی همچون خشــکســالی های متوالی و فعالیت‌های انســانی به‌منظور اســتخراج نفت از بســتر تالاب تغییرات مورفولوژیک فراوانی داشــته اســت. همچنین از دیگر لندفرم های بارز این منطقه وجود ریگزار خوزســتان به مســاحت تقریبی ۱۲۸۳ کیلومتر مربع می‌باشد. تجزیه‌وتحلیل آمار بلندمدت شــدیدترین بادها در ایســتگاه اهواز و بســتان نشــان می‌دهد که راســتای آن غربی و شمال غربی می‌باشــد که توجیه کننده منشــأ ماســه‌ها و تپه‌های ماســه‌ای که از ســاحل دجله و بســتر هورالعظیم انتقال یافته و موجب شکل‌گیری ریگ خوزستان شده است (مال امیری و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۳۹٦)



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

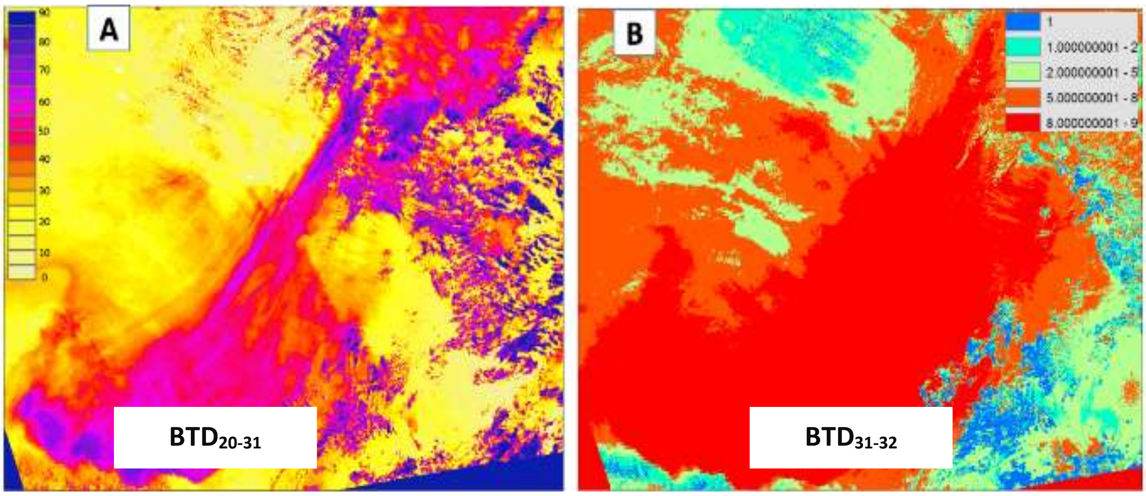
۲-۲ -شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI)

در این تحقیق برای آشکارسازی گردوغبار از شاخص BADI استفاده گردید. به‌منظور بهره‌برداری از این شاخص ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مودیس سطح ۱ B از آرشیو نوآ (https:// ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/ search/) دریافت گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مودیس

ردیف	مشخصات تصاویر	سنجنده	تاریخ
۱	MOD021KM.A2018020.0705.061.2018020194120	ترا	۲۰۱۸/۱/۲۰
۲	MOD021KM.A2018050.0720.061.2018050193522	ترا	۲۰۱۸/۲/۱۹
۳	MYD021KM.A2018113.0950.061.2018114153107	ترا	۲۰۱۸/٤/۲۳

سپس این داده‌ها با استفاده از افزونه MODIS Conversion Toolkit در نرم‌افزار ENVI5.3.1 زمین مرجع گردید و تصحیحات هندسی بر روی آن‌ها صورت پذیرفت. همچنین با استفاده از تصاویر کالیبره شده، دمای روشنایی محاسبه شد؛ بنابراین دمای روشنایی سه باند (۲۰، ۳۱ و ۳۲) ماهواره مودیس می‌تواند به‌طور مؤثری گردوغبار را شناسایی کند. دمای روشنایی گردوغبار در باند ۳۲ بیشتر از باند ۳۱ است، بنابراین تفاوت بین دو باند[1] (BTD 32-31) می‌تواند برای تمایز طوفان گردوغبار از پدیده‌های زمینی استفاده شود. بعلاوه باند ۲۰ به‌طورمعمول دارای پراکندگی روبه‌جلو بیشتری نسبت به باند ۳۱ برای پیکسل‌های گردوغبار دارد؛ بنابراین، تفاوت بین دو باند (BTD 20-31) می‌تواند تراکم گردوغبار را نشان دهد (شکل ۲) (Ackerman et al 1989)



شکل ۲- A) الگوی فضایی اختلاف دمای روشنایی بین باند ۲۰ و ۳۱ B) الگوی فضایی اختلاف دمای روشنایی بین باند ۳۲ و ۳۱

در ادامه بعد از استخراج شاخص اختلاف دمای درخشندگی (BTD) از شاخص BADI استفاده گردید تا به‌طور همزمان میزان و تراکم طوفان گردوغبار را شناسایی کنیم. BADI با استفاده از چهار مرحله زیر محاسبه می‌شود:

۱) BTD۲۰-۳۱ برای نشان دادن تراکم گردوغبار استفاده می‌شود و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

BTD31-20= BT20–BT31

۲) BTD31-32 برای نشان دادن میزان گردوغبار استفاده می‌شود و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

BTD31-32= BT32–BT31

۳) شاخص گردوغبار دمای روشنایی (BDI) با تلفیق BTD۲۰-۳۱ و BTD۳۲-۳۱ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

1 Brightness temperature difference

$$BDI = (BTD20-31)^{\alpha} \times BTD32-31$$

BADI(٤ با استفاده از نرمال‌سازی BDI در محدوده ۱- تا ۱ محاسبه می‌شود:

$$BADI= \pi/2\times aractan\ (BDI/BDI_{0.95})$$

که در آن $BDI_{0.95}$ نشان‌دهنده ۹۵ درصد از توزیع داده BDI در یک طوفان معمول گردوغباراست.

در این پژوهش تمامی این مراحل در نرم‌افزار R STUDIO به صورت کدنویسی و استخراج الگوریتم‌ها مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای مودیس انجام شده است. براین اساس شاخص بهبود یافته دمای روشنایی برای سه گردوغبار متوالی به تاریخ‌های ذکر شده در جدول ۱ در محدوده استان خوزستان استخراج گردیده است.

۲-۳- تعیین منابع گردوغبار

برای مشخص کردن منابع گردوغبار در تاریخ‌هایی که شاخص گردوغبار برای آن‌ها محاسبه شده ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 استفاده گردید. این تصاویر به صورت رنگ کاذب (RGB) در سایت سازمان جهانی هواشناسی به آدرس (https://sds-was.aemet.es/) موجود می‌باشد و براساس ساعت شروع گردوغبار مکان‌هایی که منتشر کننده ذرات گردوغبار هستند مشخص می‌گردند. در ادامه کار برای صحت سنجی و تعیین نقاط دقیق برداشت ذرات گردوغبار از سطح بستر محدوده‌های مورد مطالعه، از تصاویر ماهواره‌ای ستینل ۳ در همان تاریخ گردوغبارها استفاده گردید. بدین منظور این مراحل با استفاده از تولید الگوریتم‌ها و کدنویسی ها در سایت https://code.earthengine.google.com صورت پذیرفت. بر این اساس تصاویر ماهواره‌ای با تاریخ‌های مشخص با همدیگر همپوشانی شدند و نقاط دقیق فرسایشی در محدوده‌ها مورد مطالعه استخراج گردیدند

۳-ارزیابی نتایج

۳-۱- الگوریتم دمای روشنایی گردوغبار

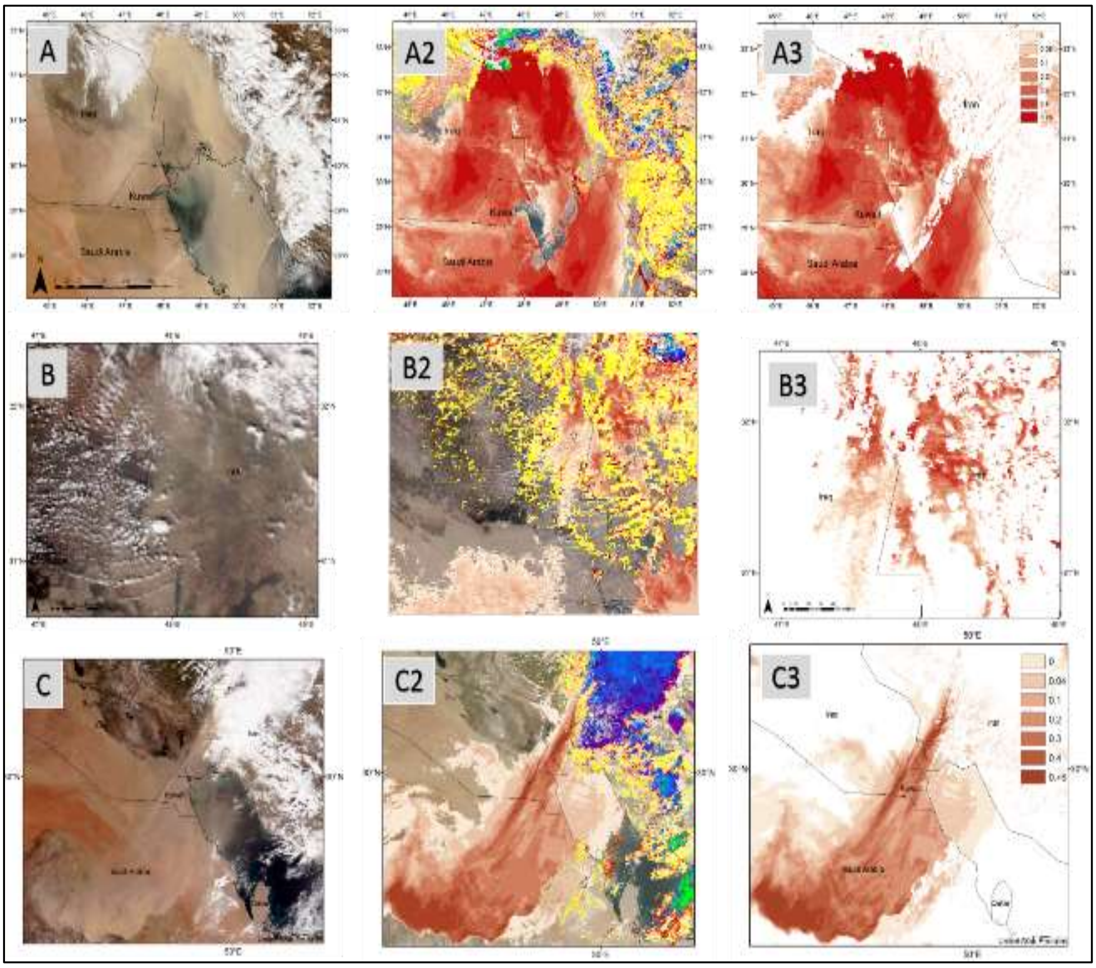
همان‌طور که در بالا گفته شد با توجه به داده‌های در دسترس، شاخص BADI در سه گردوغبار متوالی استان خوزستان استخراج گردید. تفسیر بصری خروجی BADI نشان داد که این روش تشخیص قادر است با توجه به میزان غلظت توده گردوغبار به‌طور مؤثر محل هسته‌های تراکمی توده طوفان‌های گردوغبار را شناسایی کند. بر این اساس با توجه به میزان غلظت توده گردوغبار نتایج نشان داد که در اولین گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰، تراکم اصلی گردوغبار در نواحی خشک و بیابانی غربی استان در محدوده غرب شهرستان شوش و بستر خشک شده تالاب هورالعظیم در استان خوزستان می‌باشد هرچند که نواحی خشک همجوار در کشور عراق و عربستان نیز دارای شرایط مشابه می‌باشند. این شرایط مؤید وقوع گردوغبار شدید در این مناطق می‌باشد که با توجه به توپوگرافی محدوده‌های مورد نظر که دارای سرزمین‌های هموار و عاری از پوشش از گیاهی می‌باشد و به‌ویژه در جنوب و غرب استان خوزستان به دلیل انجام طرح‌های عمرانی و تسطیح اراضی و از بین بردن مورفولوژی محلی و همچنین از

دست رفتن رطوبت خاک (زهکشی اراضی) شرایط تشکیل توده‌های گردوغباری با حجم زیاد فراهم آورده است (شکل ٤، A&A2&A3). در گردوغبار متوالی بعدی که در حدود یک ماه بعد در زمستان به وجود آمد (۲۰۱۸/۲/۲۰) نتایج شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار نشان می‌دهد که فرسایش در بستر تالاب هورالعظیم و مناطق بیابانی در شمال سوسنگرد را می‌توان منبع اصلی ذرات گردوغبار قلمداد کرد. همچنین می‌توان مشاهده کرد که نواحی پراکنده در کشور عراق محدوده شهر بصره نیز در این گردوغبار مؤثر می‌باشند (شکل ٤، B&B2&B3). میزان این فرسایش و جابه‌جایی خاک سطحی براساس عملیات میدانی و شاخص گذاری و اندازه‌گیری ارتفاع شاخص‌ها بعد از گردوغبار، در این نواحی تقریباً یک سانتی‌متر اختلاف ارتفاع را در شاخص‌ها، بین دو گردوغبار متوالی نشان می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۳- عملیات میدانی و اندازه‌گیری ارتفاع شاخص‌های کاشته در محدوده تالاب هورالعظیم

در گردوغبار سوم که شاخص BADI برای آن محاسبه شد در تاریخ ۲۰۱۸/٤/۲۳ یک توده گردوغباری بسیار بزرگ با حجم زیاد می‌باشد که بر اساس شاخص BADI دارای چندین هسته تراکمی می‌باشد و از نواحی بیابانی در کشور عربستان شروع و تا کشور کویت و نواحی جنوب غربی ایران و شرق عراق امتداد می‌یابد. هسته تراکمی اصلی این گردوغبار در ایران در محدوده غربی شهر اهواز و به سمت خرمشهر (جفیر) و همچنین جنوب سوسنگرد و نقاط مرزی مشترک با کشور عراق می‌باشد (شکل ٤، C&C2&C3).

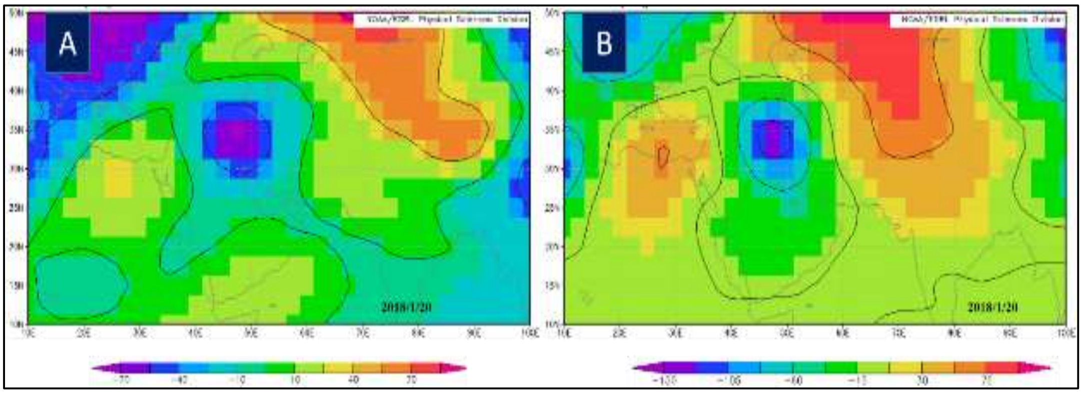


شکل ٤- استفاده از شاخص BADI برای سه رویداد گردوغبار، A&B&C) تصویر ماهواره مودیس به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰، ۲۰۱۸/۲/۱۹، ۲۰۱۸/٤/۲۳ A2&B2&C2) جداسازی توده گردوغبار از ابر، A3&B3&C3) آشکارسازی توده گردوغبار با استفاده از شاخص BADI

۳-۲- تعیین منابع گردوغبار

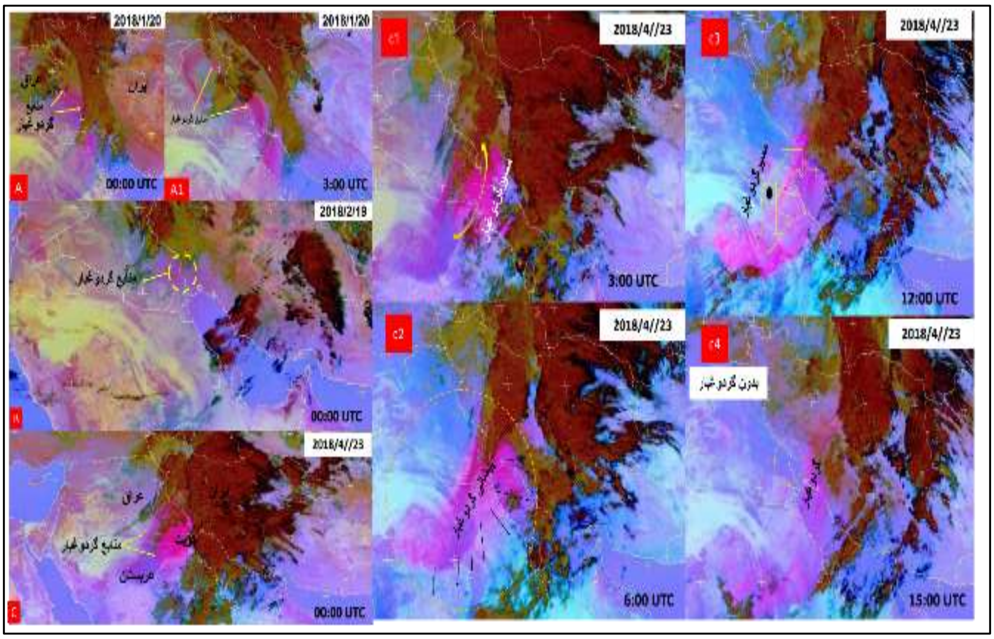
تعیین مناطق برداشت ذرات گردوغبار یک مرحله مهم برای مطالعه گردوغبارها و ازلحاظ اهمیت اجرایی برای دستگاه‌های متولی دارای ارزش فراوانی می‌باشد. بدین منظور در این مطالعه با استفاده از شاخص BADI، بعد از شناسایی کلی مناطقی که دارای حجم زیاد گردوغبار می‌باشند از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 در ساعت‌های متفاوت و متوالی استفاده شد و محدوده‌های برداشت ذرات از زمان شروع تا زمان گسترش توده گردوغبار تعیین فضایی گردید. مبتنی بر این امور، نتایج نشان داد که در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ در ساعت شروع هسته اولیه با توجه به حرکت سیکلونی توده هوا که بر اساس داده‌های ژئوپتانسیل تراز میانی جو (500hPa و 700hPa) مورد

بررسـی قرار گرفت نتایج نشـان داد که سامانه‌های کم‌فشار بر روی محدوده مورد مطالعه فراگیر بوده است (شکل ۵) و کانون‌های داخلی گردوغبار در محدوده غربی کشـور به‌خصـوص در اسـتان ایلام (محدوده شهرستان دهلران) و استان خوزسـتان (غرب شوش و محدوده هورالعظیم) شروع به فعالیت و موجب انتشار ذرات گردوغبار می‌شوند به‌نحوی‌که اکثر مناطق اسـتان خوزسـتان و ایلام را گردوغبار دربرمی گیرد و همچنین در ادامه کانون‌های گردوغبار در بیابان‌های شمالی کشور عراق شکل می‌گیرد که موجب تشدید این توده گردوغبار می‌شود (شکل ٦، A&A1).



شکل ۵- سیستم‌های فشار براساس داده‌های ژئوپتانسیل تراز میانی جو A) داده‌های ژئوپتانسیل تراز 700hPa B) داده‌های ژئوپتانسیل تراز 500hPa

گردوغبـار ۲۰۱۸/۲/۱۹ بر خلـاف گردوغبار قبل می‌توان اذعان داشـت که فرسـایش خاک بسـتر هورالعظیم و محدوده‌های اطراف مانند جفیر و زمین‌های خشـک جنوب بسـتان عامل اصـلی بروز این پدیده می‌باشـد هرچند که بخش بزرگی از تالاب متعلق به کشـور عراق می‌باشـد ولی رودخانه کرخه از سـمت غرب یکی از عوامل اصـلی منابع تغـذیـه تـالـاب می‌باشـد بنابراین در این پژوهش تالاب هورالعظیم به عنوان یک پدیده ژئومورفولوژیکی واحد درنظر گرفته شـده اسـت. (شـکل ٦، B). در گردوغبار بعدی به تاریخ ۲۰۱۸/٤/۲۳ با توجه به روند حرکت و گسـترش توده گردوغبـار که دارای توده متمرکز (عربسـتان) همراه با یک بازوی کشـیده به سـمت شـمال (ایران)، چندین منبع گردوغبار در شـکل‌گیری آن دخیل می‌باشـند اما منابع اصـلی گردوغبار را می‌توان بیابان‌های عربسـتان (منطقه مرزی کویت و عربسـتان) و بیابان‌های شـمال منطقه نجف و جنوب کربلا در کشور عراق دانست اما منشأ داخلی در محدوده هورالعظیم و مناطق جنوب غربی استان خوزستان در تشدید گردوغبار نیز مؤثر بوده‌اند. (شکل ٦، C).



شکل ٦- تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 در تاریخ‌های گردوغبار و ساعت‌های متوالی

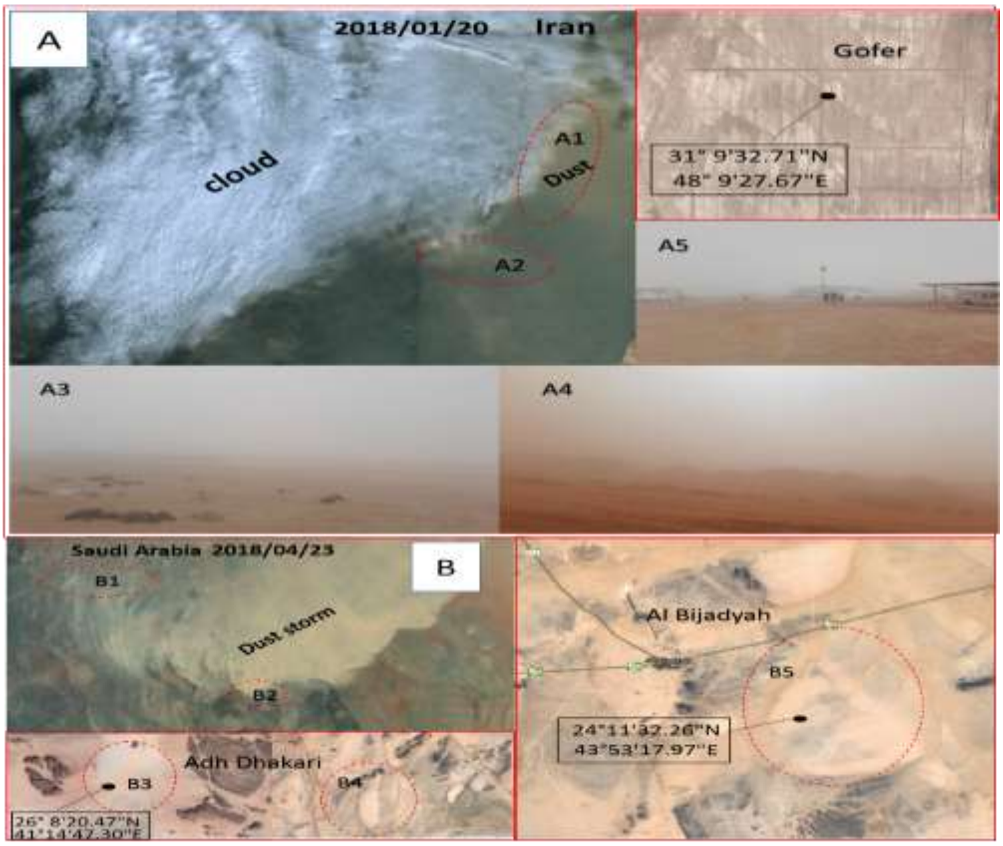
در ادامه برای تعیین دقیق‌تر نقاط برداشت در محدوده‌های فضایی استخراج شده در تصویر ٦ از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ استفاده گردید که نتایج آشکار ساخت در گردوغبار زمستان مورد مطالعه در این تحقیق (۲۰۱۸/۱/۲۰) محدوده شرق هورالعظیم (جفیر و اراضی جنوب بستان) و همچنین بیابان‌های غرب شوش نقش بسزایی در افزایش حجم و غلظت ریزگرد داشته‌اند به‌طوری‌که برخی از نقاط استخراجی در جدول ۲ مشخص گردیده است.

همچنین در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/۰٤/۲۳ که دارای حجم بسیار گسترده‌ای می‌باشد همان‌طور که در بالا اشاره گردید منشأ آن از بیابان‌های عربستان می‌باشد. بر اساس آشکارسازی محل‌های برداشت نتایج مشخص کرد که سه منطقه در غرب ریاض و شرق مدینه (الذکری[1]، الرقایع[2] و البجادیه[3]) در شکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند (شکل ۷).

1 Adh Dhakari
2 Al-Raqqa
3 Al Bijadyah

جدول ۲- نقاط استخراجی برداشت ذرات گردوغبار در سه گردوغبار مورد مطالعه

محدوده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیای	کشور	محدوده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	کشور
البجادیه	43°53'.97"	24°11'.26"	عربستان	جفیر	48°8'.67"	31° 9'71"	ایران
الذکری	41°14'.30"	26°8'.47"	عربستان	جفیر	48° 4'.1"	31° 9'.01"	ایران
العاذریه	46°59'.13"	27° 2'.44"	عربستان	جفیر	48° 1'.04"	31°10'.06"	ایران
المشرح	47°37'.39"	31°55'.29"	عراق	تالاب	47°51'.01"	31°14'.95"	ایران
علی الغربی	46°52'.86"	32°32'.31"	عراق	تالاب	47°50'.03"	31°11'.82"	ایران
کربلا	43°56'.07"	32°24'.79"	عراق	تالاب	47°50'.92"	31° 9'.72"	ایران



شکل ۷- همپوشانی تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ با تصاویر رنگ کاذب گوگل ارث، A) تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ از گردوغبار ۲۰۱۸/۱/۲۰، A1&A2) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در جفیر و اطراف هورالعظیم،A3&A4&A5) عکس‌های میدانی در تاریخ گردوغبار منطقه جفیر و هورالعظیم، B) تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ از گردوغبار ۲۰۱۸/٤/۲۳،B1&B2) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در عربستان، B3&B4&B5) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در عربستان مناطق الذکری، البجادیه

٤- جمع‌بندی

یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی پدیده گردوغبار می‌باشد که این پدیده در ایران و به‌ویژه در استان خوزستان تبدیل به بحران شده است. مبتنی بر این امر، در این پژوهش پایش گردوغبارها و استخراج منابع تأمین ریزگرد غرب خوزستان هدف‌گذاری گردید. بر این اساس با استفاده از الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI) آشکار گردید که در سه گردوغبار متوالی بررسی شده در زمستان و بهار سال ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ مناطق مختلفی در داخل و خارج کشور تأمین کننده ذرات گردوغبار در غرب استان خوزستان می‌باشند؛ اما نکته دارای اهمیت فراوان این است که منابع داخلی گردوغبار به دلیل همجواری و نزدیکی به مناطق درگیر با پدیده گردوغبار (شهرها و روستاهای غرب خوزستان) قابلیت ایجاد طوفان‌های گردوغباری با شعاع دید پایین‌تر از ۱۰۰۰ متر را دارند که موجب آسیب‌پذیری بیشتر در مناطق می‌شود؛ بنابراین نتایج مشخص کرد که در گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ (۱۳۹٦/۱۰/۲۹) بزرگ‌ترین منابع تأمین کننده ذرات گردوغبار در نواحی غربی استان در محدوده غرب شهرستان شوش و بستر خشک شده تالاب هورالعظیم و محدوده اطراف آن (مناطق خشک و بیابانی جفیر و پلایاهای جنوب بستان و هویزه) در استان خوزستان می‌باشد همچنین نواحی خشک همجوار در کشور عراق و عربستان نیز تأثیرگذار می‌باشند. این نتایج نیز برای دو گردوغبار متوالی بعدی نیز صادق است اما باید اشاره کرد که در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/٤/۲۳ (۱۳۹۷/۲/۳) منشأ اولیه و اصلی آن مناطق بیابانی کشور عربستان می‌باشند که در ادامه مناطق خشک کشور عراق و همچنین ایران نیز در گسترش آن اثرگذار بوده‌اند.

در ادامه با توجه به نیاز تعیین دقیق‌تر منابع گردوغبار از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 و سنتیل ۳ در ساعت‌های متفاوت و متوالی استفاده گردید (شکل ٦) که نتایج نیز مؤید صحت نتایج شاخص مورد استفاده در این تحقیق می‌باشد بنابراین چندین محل برداشت مشخص گردید که بارزترین آن‌ها منطقه جفیر و تالاب هورالعظیم در قسمت غربی استان خوزستان می‌باشند که از دلایل آن می‌توان به وجود خشکی محیطی و همچنین دگرگونی ژئومورفولوژِکی سطح زمین بر اثر فعالیت‌های عمرانی (تسطیح اراضی و زهکشی و جلوگیری از ورود آب به تالاب هورالعظیم) اشاره کرد. همچنین در مورد منابع خارجی به‌خصوص در گردوغبار بهار که نقش اصلی را دارند بیابان‌های کشور عربستان در مناطق غرب ریاض و شرق مدینه (الذکری، الرقایع و البجادیه) در شکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند.

کتابنامه

باعقیده، محمد؛ احمدی، حمزه؛ ۱۳۹۳. تحلیل مخاطره گردوغبار و روند تغییرات آن در غرب و جنوب غرب ایران. *فصلنامه علمی-پژوهشی امداد و نجات*. سال ششم. شماره ۲. صص ۱-۱٦

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ نجفی، محمد سعید. زمانزاده، سیدمحمد. شیرازی، محمدحسن. صمدی، مهدی؛ ۱۳۹۲. بررسی ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران. *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ٦. صص ۳٦-۱۷

ذوالفقاری، حسن؛ عابدزاده، حیدر؛ ۱۳۸۷. تحلیل منشأ گردوغبارهای بوشهر و خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *فصلنامه جنگل و مرتع*. شماره ۷۸. صص ۴۸–۵۱

عزیزی، قاسم؛ میری، مرتضی. نبوی، سید امید؛ ۱۳۹۱) ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران. *مطالعات جغرافیایی مناطق* خشک. سال دوم. شماره هفتم. صص ۱۰۳–۱۱۸

عطایی، هوشمند؛ احمدی، فریبرز؛ ۱۳۸۹. گردوغبار به عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی جهان اسلام، مطالعه موردی استان خوزستان. چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. دانشگاه پیام نور اصفهان

–مال امیری، نعمت؛ حسین زاده، سید رضا، خسروشاه آبادی، رؤیا؛ ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات مورفولوژیک تالاب‌ها در مناطق نیمه‌خشک با استفاده از سنجش از دور مطالعه موردی: تالاب هورالعظیم. چهارمین همایش ملی ژئومورفولوژی ایران. تهران

مال امیری، نعمت؛ حسین زاده، سید رضا، خسروشاه آبادی، رؤیا؛ ۱۳۹۶. ارزیابی نظریه عدم تغییرات مکانی ریگزارها با استفاده از سنجش از دور. *مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*. دوره هفتم. شماره ۲۷. صص ۳۵–۲۳

Ackerman S A. 1989. Using the radiative temperature difference at 3.7 and 11 μm to tract dust outbreaks. Remote Sensing of Environment 27(2): 129-133.

Baddock MC, Bullard JE, Bryant RG., 2009. Dust source identification using MODIS: a comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, Australia. Rem. Sens. Environ. 113, 1511–1528

Blackwelder E. 1931. The lowering of playas by deflation. American Journal of Science,221:140-144

Broomandi P, Dabir B, Bonakdarpour B, Rashidi Y., 2017. Identification of dust storm origin in South –West of Iran. Journal of Environmental Health Science & Engineering. 15, 1-14. Doi: 10.1186/s40201-017-0280-4

De Jong S, Addink E, van Beek L, Duijsings D., 2011. Physical characterization, spectral response and remotely sensed mapping of Mediterranean soil surface crusts. Catena,86,24–35.

Gill T E.1996. Eolian sediments generated by anthropogenic disturbances of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. Geomorphology 17, 207–228

Goudie A S, Middleton N J., 2001. Saharan dust storms: nature and consequences. Earth-Sci. Rev. 56, 179–204

Hahnenberger M, Perry KD., 2015. Chemical comparison of dust and soil from the Sevier Dry Lake, UT, USA. Atmospheric Environment. 113,90-97. Dio: 10.1016/ j.atmosenv. 2015. 04.054

Pay K., 1978. Aeolian Dust and Dust Deposits. Harcourt Brace Jovanovich

Qu JJ, Hao XJ, Kafatos M, Wang L. 2006. Asian dust storm monitoring combining terra and aqua MODIS SRB measurements. Geosci. Remote Sens. Lett. 3, 484–486

Rashki A, Kaskaoutis D G, Goudie AS, Kahn RA., 2013a. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. Sci. Total Environ. 463–464, 552–564

Rashki A, Kaskaoutis DG, Rautenbach C J, Eriksson P G, Qiang M, Gupta P., 2012. Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan Region, Iran. Aeol. Res. 5, 51–62

Reynolds RL, Yount J C, Reheis M, Goldstein H, Chavez Jr P, Fulton R, Whitney J, Fuller C, Forester RM., 2007. Dust emission from wet and dry playas in the Mojave Desert, USA. Earth Surf. Process. Landforms 32, 1811- 1827

Rezazadeh M, Irannejad P, Shao Y., 2013. Climatology of the Middle East dust events. Aeol. Res. 10, 103–109

Sweeney MR, McDonald EV, Etyemezian V., 2011. Quantifying dust emissions from desert landforms, eastern Mojave Desert, USA. Geomorphology 135, 21-34. Doi: 10.1016/j.geomorph.2011.07.022

Tollerud H, Fantle M S., 2014. The temporal variability of centimeter-scale surface roughness in a playa dust source: Synthetic aperture radar investigation of playa surface dynamics.

Washington R, Todd MC, Engelstaedter S, Mbainayel S, Mitchell F., 2006. Dust and the low-level circulation over the Bode'le' Depression, Chad: observations from BoDEx 2005. J. Geophys. Res. 111, D03201. Doi: 10.1029/2005JD006502

Zarasvandi A, Carranza EJM, Moore F, Rastmanesh F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical–geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). Journal of Geochemical Exploration 111. Pp 138–151. Doi: 10.1016/j.gexplo.2011.04.004

Zarasvandi A., 2009. Environmental impacts of dust storms in the Khuzestan province. Environmental Protection Agency (EPA) of Khuzestan province, Internal Report.375p.